



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

SOFTWARE PRO EVIDENCI PORUCHOVÝCH STAVŮ

SOFTWARE FOR EVIDENTION OF ERROR CASES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ MENŠÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. JIŘÍ KOVÁŘ

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství
Ústav automatizace a informatiky
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Tomáš Menšík

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Aplikovaná informatika a řízení (3902R001)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Software pro evidenci poruchových stavů

v anglickém jazyce:

Software for evidention of error cases

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem práce je vytvořit software (pomocí VBA) pro evidenci poruchových stavů strojů v průmyslové výrobě. Součástí softwaru je UI.

Cíle bakalářské práce:

- 1) Vytvořte analýzu stávající stavu dané problematiky.
- 2) Navrhněte software pomocí VBA, jehož úkolem bude evidence poruchových stavů strojů v průmyslové výrobě.
- 3) Vytvořte UI k realizovanému softwaru.

Seznam odborné literatury:

[1] Getz, K., Gilbert, M.:VBA Developer's Handbook Second Edition, SYBEX, ISBN: 0-7821-2978-1

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Kovář

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

V Brně, dne

L.S.

Ing. Jan Roupec, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

ABSTRAKT:

Tato práce se zabývá zpracováním a evidováním zaznamenávaných hlášení poruch strojového parku při výkonu práce operativní údržby týmu technické podpory. Software je nasazen do testovacího provozu ve firmě HONEYWELL, spol s r.o. - Brno o.z. Cílem práce je navrhnout SW ve vývojovém prostředí VBA Excel, který dokáže statisticky spravovat a graficky prezentovat výsledky využitelnosti strojního vybavení.

ABSTRACT:

This thesis deals with the elaboration and registration of reporting failures on machinery equipment during performance of works operational maintenance support team. Software is tested in operation at Honeywell Brno. The aim of this thesis is to design software in Excel VBA development environment that can manage statistically and graphically present the results of usability machinery.

KLÍČOVÁ SLOVA

Visual Basic for Applications, VBA, Excel, poruchy, zadávání, zpracování, prostoje, zařízení, četnost, graf, stroj, zpráva, práce, popis, stanice

KEY WORDS

Visual Basic for Applications, VBA, Excel, failures, entering, processing, downtime, equipment, frequency, graph, machine, report, job, description, station

Bibliografická citace mé práce:

MENŠÍK, T. *Software pro evidenci poruchových stavů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 32 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Kovář.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Software pro evidenci poruchových stavů vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této práce.

24. května 2013

.....
Tomáš Menšík

PODĚKOVÁNÍ:

Rád bych na tomto místě poděkoval Ing. Jiřímu Kováři za jeho ochotu, výbornou spolupráci, podporu a čas, který mi věnoval v průběhu vypracování bakalářské práce.

Obsah

1. Úvod	10
2. Stávající stav.....	11
3. Totální produktivní údržba	12
4. Návrh software pro evidenci poruchových stavů.....	13
4.1 Otevření sešitu.....	13
4.2 Hlavní okno zápis poruchy.....	16
4.3 Seznam strojů	16
4.4 Výběr stroje	16
4.5 Identifikace osob	17
4.6 Zpráva o prostoji a opravě.....	17
4.7 Doplnění informací o prostoji	17
4.8 Časy.....	18
4.9 Kontrola a uložení zadaných dat	19
5. Grafický výstup.....	20
5.1 Volba typu rozsahu	20
5.2 Režim Po částech/Po celcích.....	20
5.3 Obarvovat	20
5.4 Prvních 5... ..	20
5.5 Vytvoření grafů	21
6. Vyhodnocení	23
6.1 Strojní celky	23
6.2 Části strojních celků	25
6.3 Shrnutí	27
7. Závěr	28
Seznam použité literatury	29
Seznam příloh.....	30

1. Úvod

Tématem bakalářské práce je „Software pro evidenci poruchových stavů“. Práce je rozdělena do několika částí, které vymezují zadání ze strany společnosti, pro kterou je tento software určený. Analyzují předchozí stav před zavedením software, vysvětlují koncepci programu a uživatelského rozhraní a upozorňují na zařízení, kterým by měla být věnována pozornost z hlediska plánovaných oprav. Úkolem tohoto softwaru je monitorování doby prostojů jednotlivých zařízení a soustřeďuje informace o prostojích, které se předávají napříč směny mezi týmy dvou údržeb na jedné z divizí společnosti HONEYWELL, spol s r.o. - Brno o.z.

Pro vytvoření tohoto programu bylo použito prostředí Visual Basic for Applications (VBA) v programu MS Excel, který byl upřednostněn zadavatelem. Při návrhu byl kladen důraz na jednotné zapisování zpráv o prostojích. Nedílnou součástí je také grafický a textový výstup z tohoto prostředí. Z důvodu citlivosti dat, které jsou v této práci uveřejněny, byly názvy strojů na základě rozhodnutí managementu společnosti změněny na obecné názvy.

2. Stávající stav

Původním standardem bylo zapisování vzniklých prostojů do papírových formulářů, které měl každý člen týmu před koncem pracovní směny přepsat do sešitu aplikace MS Excel z důvodu archivace. Sledovanými hodnotami na formulářích byli čas začátku a konce prostojů, příchod a odchod technika, jméno technika a zpráva o prostojích.

Stávající koncepce s sebou nesla několik problémů. Pracovníci používali vlastních pojmenování strojních celků. Z tohoto důvodu nebylo možné vytvořit grafický výstup. Odhalení opakující se závady na zařízení bylo složité v důsledku použití několika různých formulací jednoho problému.

Tato aplikace byla vytvořena na základě zadání vyššího managementu společnosti. Důvodem jejího vzniku bylo monitorování prostojů a výsledků práce dvou týmů technické podpory na jedné z divizí firmy prezentovatelných na pravidelných setkáních zástupců vedení společnosti a výroby.

V zadání bylo požadováno zachování a zpřehlednění stávajícího systému zápisu dat do MS Excel a vytvoření grafického výstupu pro čtyři sledované údaje – počet poruch na jednotlivých zařízeních, celkový čas prostoje na zařízeních, doba reakce pracovníků na prostoj a celkový strávený čas pracovníků na opravách a seřizování. Grafická podoba měla být generována pro prvních deset zařízení. Další požadovanou vlastností bylo vytvoření strukturovaného textového výstupu k pěti nejporuchovějším strojům pro zrevidování opakujících se závad při preventivní údržbě a pro zmapování větších oprav při vytváření plánované údržby. Generování grafických a textových výstupů na týdenní bázi. Sestavování grafického výstupu podle zvolených kritérií „Po částech strojů“ a „Po strojních celcích“. Používání tohoto systému jako nástroje pro předávání informací napříč směny. Ze stran uživatelů byla požadována jednoduchá ovladatelnost.

Pro tento program bylo nutné vytvořit standardizovaný jmenný seznam všech strojních celků a částí zařízení na divizi. Přínosem této aplikace je zefektivnění zápisu prostojů. Vytvoření grafických a textových výstupů pro prezentace vedení společnosti. Zviditelnění práce týmů technické podpory. Zvýšení produktivity zavedením nápravných opatření formou malých, středních a velkých oprav zařízení vycházejících z opakujících se poruch a množství prostojů na strojovém parku společnosti. Rychlé předávání informací o prostojích mezi směny. Zrušení používání papírových hlášenek k evidování prostojů, celkově lepší agenda, zlepšení provozních podmínek a unifikovaná správa.

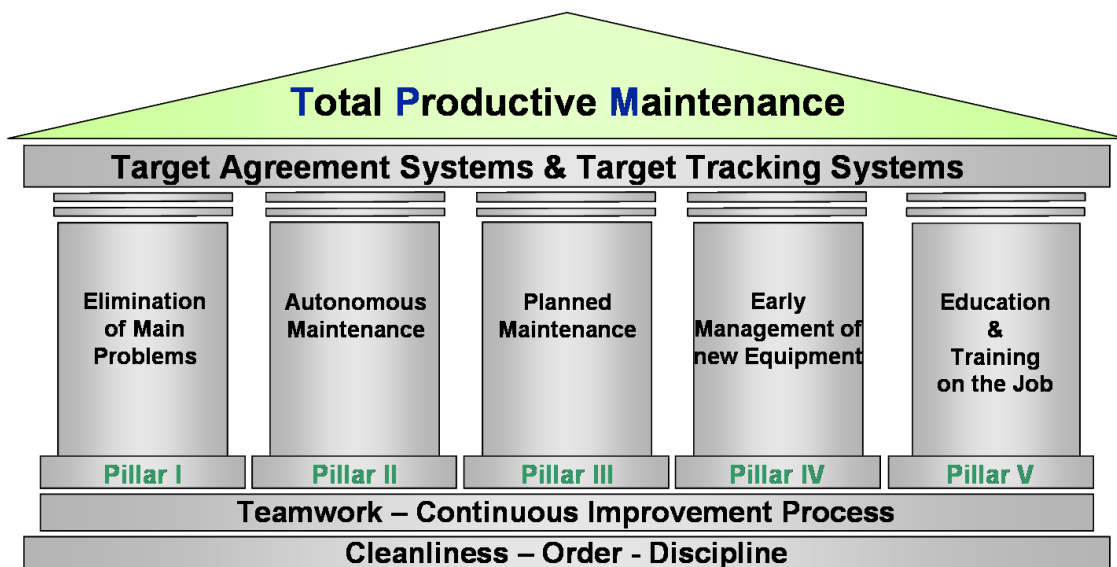
3. Totální produktivní údržba

Metoda totální produktivní údržby TPM (Total Productive Maintenance) zavedená na celopodnikové bázi v sobě zahrnuje soubor aktivit vedoucích k udržení bezporuchového provozu strojového parku firmy. Na *Obr. 1* je nastíněna důležitost jednotlivých aktivit.

Atributy tohoto systému jsou maximální efektivní využívání strojního vybavení, propracovaný systém údržby zahrnující preventivní a produktivní údržbu, maximální účast nejen pracovníků výroby a týmu technické podpory.

TPM si klade za cíl eliminovat příčiny vzniku velkých ztrát, které mohou být způsobeny závadami na zařízeních a neplánovanými prostoji. Dalšími příčinami mohou být ztráty spojené s nastavováním parametrů a seřizováním, krátkodobé poruchy, nebo ztráty vzniklé přestávkami ve výkonu, ztráty na rychlosti stroje, snížení rychlosti ve fázi náběhu a zkoušek. Důsledkem těchto příčin je menší počet vyrobených výrobků, než by bylo možné.

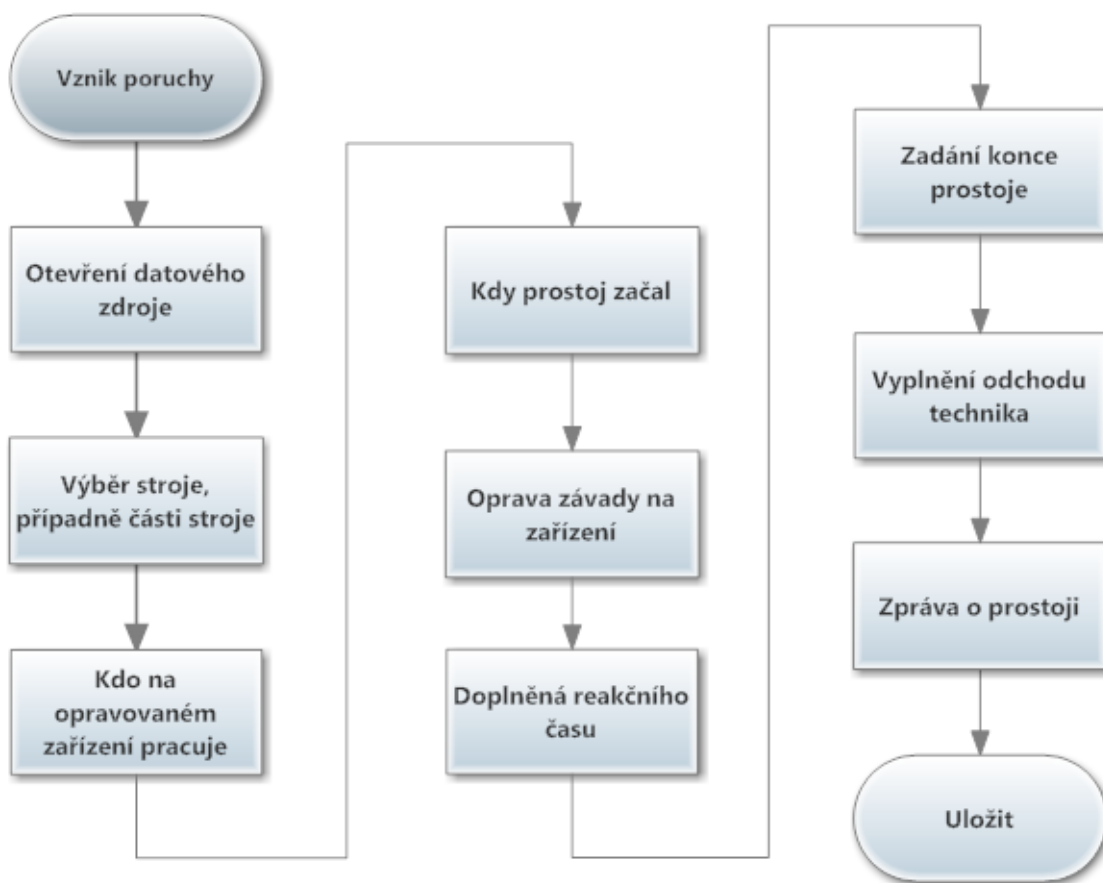
Snahou TPM je vést operátory k rozlišování normálního a abnormálního chodu strojů, udržovat normální podmínky strojního vybavení firmy a reagovat na normální podmínky. Vypracováno na základě [4].



Obr. 1 Koncept pěti pilířů [5]

4. Návrh software pro evidenci poruchových stavů

Při vzniku poruchy je operátor toto povinen nahlásit svému přímému nadřízenému. Ten má možnost se pokusit poruchu opravit. V případě, že není schopen problém vyřešit sám, zavolá technickou podporu. Uživatel otevře soubor „Hlášení poruch.xlsx“, vybere z rozevíracích seznamů zařízení, které má nahlášenou poruchu, následně zatrhne, kdo na závadě bude pracovat (spolupracovat) a zadá reakční dobu. Po ukončení opravy zařízení technik doplní další informace nutné pro dokončení a uzavření zápisu. Následně technik zadá konec prostoje zařízení, tedy kdy stroj začal znovu pracovat. Pokud pracovník technické podpory sledoval po ukončení opravy chování stroje v důsledku seřizování, zadá tento čas jako „Odchod technika“. Pokud technik naznal, že závada na zařízení byla způsobena materiálem vstupujícím do stroje, případně chybou operátora, nebo není náhradní díl k opravě přítomen ve firmě, zatrhne příslušnou položku. Doplněním informací do zprávy o prostoji je záznam kompletní. Záznam o prostoji je možné doplnit i zpětně. Soubor jednotlivých kroků uživatele je shrnut na *Obr. 2*.

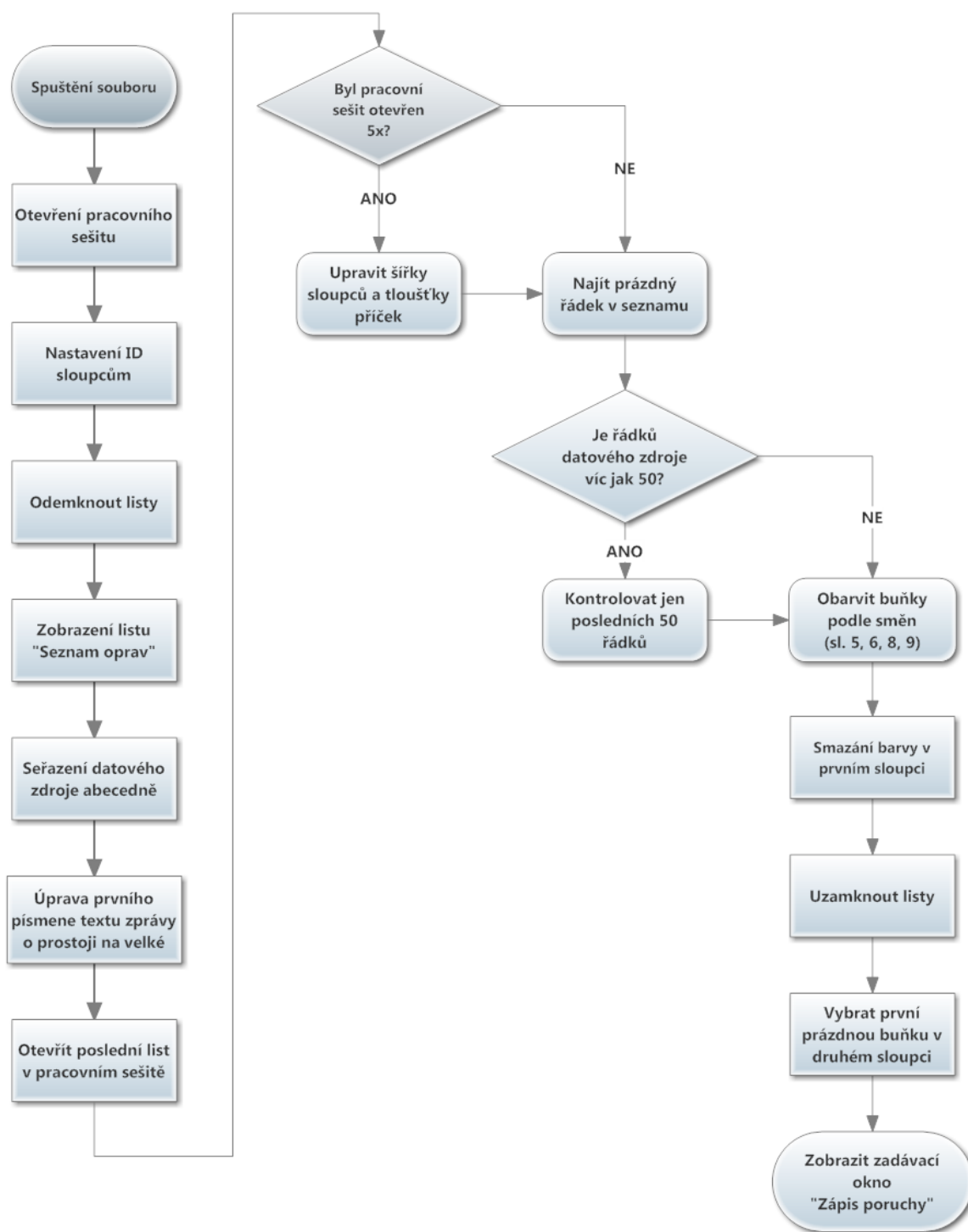


Obr. 2 Koncepce postupu zápisu poruchy

4.1 Otevření sešitu

Po spuštění souboru „Hlášení poruch.xlsx“ se provede nastavení výchozí hodnoty sloupců do proměnných názvů sloupců. Z důvodů ochrany obsahu jsou některé listy uzamčeny pro úpravy a nezobrazují se. Tyto je nutné odemknout a zobrazit. Nyní se spustí cyklus, který otevře list „Seznam oprav“ a provede v něm seřazení všech dat podle abecedy, následující operace je úprava prvního písmene v každé zprávě o prostoji na velké. Následuje otevření posledního listu, který obsahuje aktuální záznamy o prostojích.

Následující cyklus je spuštěn vždy po pěti otevřeních souboru. Informace o počtu spuštění je ukládána na pomocném listu. Tento cyklus se stará o vizuální vzhled posledního listu. Upravuje šířky jednotlivých sloupců a rekonstruuje možné chybějící formátování orámování buněk. Následující cyklus nalezne poslední prázdnou buňku v seznamu a je pomocí něj prověřen počet záznamů na listu pod hlavičkou. Vždy je kontrolováno jen posledních 50 záznamů následujícím cyklem. U každého řádku v této oblasti je zkontrolována použitá barva výplně buněk zadaných časů podle barev v hlavičce (Ranní/Odpolední/Noční směna). Levý sloupec slouží jako indikační k jednotlivým řádkům při vytváření grafů. V případě chyby je buňka obarvena červeně s popisem chyby uloženým v komentáři, nebo je při započítání tato buňka obarvena modře. Dalším cyklem je výplň buněk přeformátována na bílou a jsou zrušeny komentáře k chybám. Listy, které slouží pouze jako pomocné, jsou nyní uzamčeny a skryty. Nakonec je vybrána první neprázdná buňka na konci datového zdroje a je otevřeno okno pro zadávání poruch. Blokové schéma je patrné z *Obr. 3*. Při vývoji kódu VBA byla použita následující literatura: [1, 2, 3].



Obr. 3 Blokové schéma činností při otevření sešitu Hlášení poruch

4.2 Hlavní okno zápis poruchy

Na Obr. 4 je zobrazeno celkové rozvržení prvků uživatelského rozhraní. Funkce jednotlivých částí jsou popsány v následujících podkapitolách.

Obr. 4 Uživatelské rozhraní

4.3 Seznam strojů

Na prvním listu v sešitě je umístěn strukturovaný seznam všech strojů na výrobní divizi, ze kterého jsou generovány názvy strojů a jejich jednotlivé části do rozbalovacích menu při inicializaci okna zápisu poruch. Zároveň se z tohoto datového zdroje generují popisky pro jednotlivé položky v grafech.

Všechny názvy strojních celků a názvy částí zařízení jsou sepsány do seznamu pod sebe. Pokud má některý ze strojních celků svoje části (stanice) jsou zapsány v buňkách následujících za názvem linky. Oddělovujícím prvkem mezi jednotlivými strojními celky, případně částí zařízení a dalším strojním celkem je prázdná buňka.

4.4 Výběr stroje

Z důvodu lepší přehlednosti a tím i rychlejšího výběru je seznam všech linek v okně pro zápis poruch rozdělen do čtyř ComboBoxů s popisky charakterizujícími, kde se na výrobní hale zařízení nachází. To je patrné na Obr. 5 Rozbalovací menu názvů strojů a části stroje, identifikace řešitele. Identifikátor pro rozřazení do jednotlivých rozevíracích seznamů je na listu „Stanice“ text v buňce napravo od buňky s názvem linky.

Při výběru některého strojního celku z rolovacích menu v okně zápisu poruch je zkontrolováno, zda na listu „Stanice“ obsahuje zařízení nějaké části, pokud ano, je jejich počet zobrazen v titulku Frame s ComboBoxem vlastní části zařízení a jsou do něj tyto části načteny. V případě, že část zařízení zvolená linka neobsahuje, je tento rozevírací seznam neaktivní.

Obr. 5 Rozbalovací menu názvů strojů a části stroje, identifikace řešitele

4.5 Identifikace osob

Neméně důležitou informací při hledání v historii záznamů je vlastní řešitel, případně řešitelé problému.

Při inicializaci okna zápisu poruch se automaticky zatrhne jméno uživatele, který program používá (viz *Obr. 6*). Tento uživatel má možnost zatrhnoutí více osob, případně zapsat záznam za někoho jiného. Pro uložení záznamu do datového zdroje je nutné mít minimálně jedno jméno z týmu „Maintenance“, nebo „Test“ zatrženo. V případě, že nebude ani jedno jméno na kartě zatrženo, nedojde po stisku tlačítka „Zadat!“ k uložení hlášení o prostoji a uživatel bude uvědomen pomocí informačního okna.

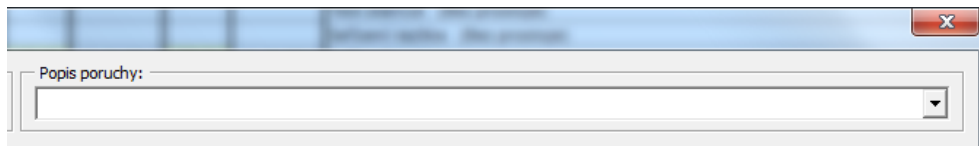


Obr. 6 Identifikace uživatele

4.6 Zpráva o prostoji a opravě

Po výběru daného stroje, případně jeho části se do rozbalovacího menu popis poruchy (viz *Obr. 7*) načtou všechny zápisy zpráv vztahující se k tomuto zařízení. Uživatel tak nemusí zapisovat znovu text zprávy, který už například před několika dny použil. Texty jsou načítány seřazeně podle abecedy a jsou automaticky nabízeny při vkládání textu do řádku.

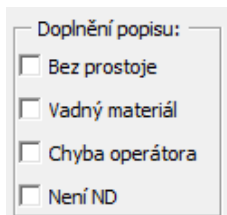
Seznam textových zpráv s identifikačními položkami „název stroje“ a „část stroje“ je uložena na samostatném listu s názvem „Seznam oprav“.



Obr. 7 Zpráva o prostoji

4.7 Doplnění informací o prostoji

V pravé části okna pro zápis poruchy (*Obr. 8 Předdefinované doplňující údaje*) je možné pomocí zatržení některého ze čtyř předdefinovaných textových řetězců rozšířit a upřesnit zprávu o prostoji na zařízení. Toto rozšíření je buď bráno jako text zprávy o prostoji, pokud není v popisu poruchy zadáný žádný text, nebo bude vloženo za text zprávy do závorek. Je možné zatrhnout více možností najednou.



Obr. 8 Předdefinované doplňující údaje

Bez prostoje

Pokud bylo zařízení opraveno za běhu stroje a nebyl tak snížen výstup tohoto stroje. Jakmile je zatrženo toto pole dojde ke změně uspořádání časových úseků v zadávacím okně „Zápis poruchy“. Funkce je blíže vysvětlena v kapitole Časy. Změna uspořádání je patrná na *Obr. 10 Zadávání časů bez prostoje*.

Vadný materiál

Vznikne-li prostoj důvodem chybného vstupního materiálu.

Chyba operátora

Jestliže se jednalo o nevhodnou manipulaci obsluhou stroje, případně jednalo-li se o úkon řešitelný v kompetenci obsluhy zařízení, tudíž nebylo nutné volat technickou podporu.

Není ND

V případě, že není možné stroj opravit z důvodu chybějícího náhradního dílu.

4.8 Časy

Celkový prostoj zařízení je rozdělen na tři časové úseky tvořící čtyři časy, což je patrné z *Obr. 9*. Začátek prostoje je časový údaj, kdy byla technická podpora informována o vzniklé technické závadě. Příchod technika je čas, ve kterém se technik dostavil k zařízení. Konec prostoje je doba, kdy bylo zařízení předáno k výrobě, a započal testovací provoz po seřízení. Odchod technika je skutečný čas odchodu technika od stroje po ukončení testovacího provozu a plného nájezdu výroby.

Při inicializaci okna zápis poruchy je do každého z časových úseků vloženo aktuální datum a čas. Při stisku tlačítka Nyní je do konkrétního pole vloženo aktuální datum a čas. Pro snadnější zadávání hodnot se text v každém Textboxu při přejezdu kurzoru myši nad ním označí, není nutné text mazat.

Pro zadávání časů lze použít několik způsobů:

- Zadávat časové údaje datum, hodina a minuta přímo.
- Zapsat čas začátku prostoje a zapisovat čas reakce, práce technika a testovacího provozu v minutách do modrých polí, tím bude každý další časový úsek navýšen o tento počet minut (přepočítává se i datum).
- Zapsat čas odchodu technika a zapisovat čas testovacího provozu, práce technika a čas reakce v minutách do oranžových polí, tím bude každý předchozí časový úsek ponížen o tento počet minut (přepočítává se i datum).

Obr. 9 Zadávání časů

V případě, že se jedná o režim zápisu poruchy bez prostoje dojde ke změně rozložení časových polí a je započítána pouze práce technika. Krajní pole jsou deaktivována. Zadání dat je možné opět dvěma způsoby – přímo, nebo připočtením/odečtením zadaných minut viz *Obr. 10*.

The screenshot shows a software interface for recording machine downtime. It consists of four main input sections and a description section on the right. Each input section has a date field (set to 2.2.2013), a time field (set to 16:07), a '+' button, and a 'Nyní' (Now) button. The first section is empty, while the others have colored buttons (blue, orange, and grey). The description section on the right has a 'Doplnění popisu:' label and four checkboxes: 'Bez prostoje' (checked), 'Vadný materiál', 'Chyba operátora', and 'Není ND'.

Obr. 10 Zadávání časů bez prostoje

4.9 Kontrola a uložení zadaných dat

Po stisku tlačítka „Zadat!“ proběhne kontrola zadaných dat a vložení do formuláře. Při vkládání zápisu o prostoji si program hlídá, zda je vybrána i část zařízení, pokud je k dispozici. Následně je zkontrolováno, zda je minimálně jedno jméno zatrženo a jestli je zadán zápis o popisu poruchy (případně jestli byla ze seznamu zadaných popisů vybrána některá možnost). Je také kontrolována správnost zadaných časů a jejich návaznost na sebe spolu s jednotlivými zadanými daty. Pokud je nalezena neshoda, je toto indikováno informačním oknem a nedojde k uložení hlášení o prostoji, vykonávání programu je přerušeno.

Následně je prověřeno, zda byla někdy zadaná zpráva o prostoji u stroje použita na listu „Seznam oprav“, pokud ne je přidána spolu s názvem stroje a částí stroje do datového zdroje na tomto listu. Tato kontrola neprobíhá, pokud je zpráva zadána pouze formou zatržení doplňující informace.

5. Grafický výstup

Formě grafického výstupu byla věnována spodní část uživatelského rozhraní. Několika kroky je zde možné zvolit kritéria pro sestavení grafických a textových výstupů.

5.1 Volba typu rozsahu

Rozsah prohledávaných dat je určen buď podle počátečního a koncového data (*Obr. 11*), nebo pracovního týdne (*Obr. 12*). Při inicializaci okna je automaticky vybráno zadání rozsahu podle data. Pokud je koncové datum stejné jako počáteční, je možné počáteční datum kliknutím na text „Do:“ překopírovat do pole pro koncové datum.

☐ Petr
 Grafy:
 Od: Do:
☒ Po částech ☒ Obarvovat
☒ Datum ☐ Týden
 ☐ Po celcích ☐ Prvních 5...

Obr. 11 Zadání rozsahu formou data

V režimu zadávání rozsahu formou pracovního týdne se v části „Grafy“ zobrazí zadávací pole, které obsahuje číslo aktuálního pracovního týdne. Pro snadnější zadávání hodnot se text při přejezdu kurzoru myši nad ním označí, není nutné text mazat.

☐ Petr



Datum

Týden

Grafy:

Týden:

10



☒ Po částech

☒ Obarvovat

☐ Po celcích

☐ Prvních 5...

Vytvořit grafy...

Obr. 12 Zadání rozsahu formou týdne

5.2 Režim Po částech/Po celcích

Prohledávání datového zdroje oprav umožňuje dvě úrovně „Po celcích“, kde se se záznamy pracuje na bázi strojních celků a „Po částech“, kde se generují záznamy po částech strojních celků. Při inicializaci je automaticky vybrána možnost „Po částech“.

5.3 Obarvovat

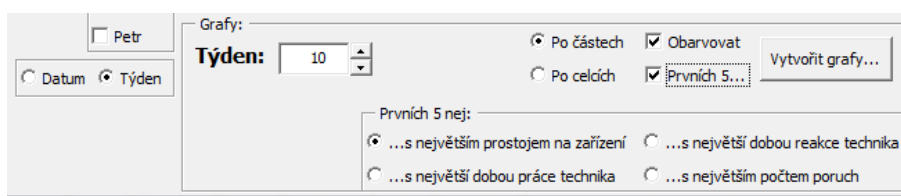
Funkce obarvování započtených řádků má pouze informativní charakter. Každý nalezený a započítaný záznam je označen v první buňce tohoto řádku barvou (*Obr. 13*). Při inicializaci okna je tato funkce automaticky zatržena.

ANALÝZA	UW. 4	M		UW.10	6:25	17.10.2012	7:30	17.10.2012	6:20	17.10.2012	6:56	17.10.2012																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
---------	-------	---	--	-------	------	------------	------	------------	------	------------	------	------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Obr. 13 Funkce obarvovat

5.4 Prvních 5...

Zatržením pole bude aktivované generování přílohy ke grafickému výstupu programu v podobě strukturovaného seznamu prvních pěti strojů podle čtyř možných kritérií. Příloha je po vygenerování uložena v listu s názvem „Prvních 5...“. Po zatržení pole dojde k zobrazení rozšíření viz *Obr. 14*, kde je možné vybrat jednu z možností.



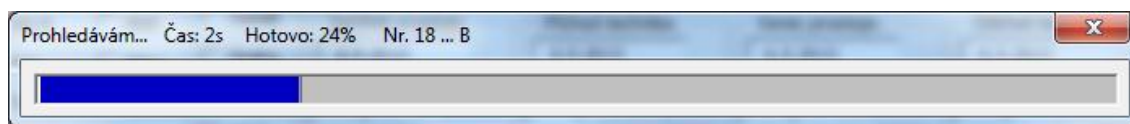
Obr. 14 Prvních 5...

- Prvním kritériem pro generování je výpis strojů podle největšího prostoju na zařízení.
- Druhým z kritérií je vypsání strojů s největší délkou práce technika.
- Třetím kritériem je největší doba reakce technika na poruchu.
- Posledním kritériem je seznam strojů s největší četností poruch.

Podle vybraného kritéria je do příslušného sloupce vložen rozdíl časových hodnot práce technika, prostoju, nebo reakce ve formátu „m“, „h m“, nebo „d h m“.

5.5 Vytvoření grafů

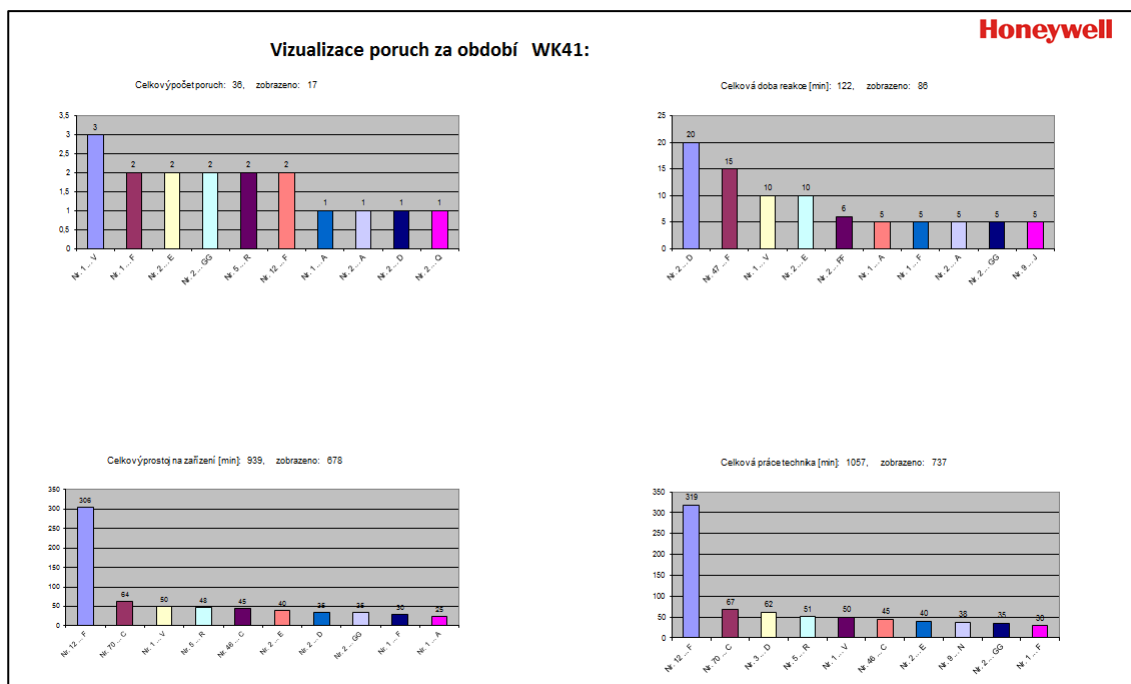
Stiskem tlačítka s popiskem „Vytvořit grafy...“ dojde k prohledání datového zdroje zapsaných operativních údržeb a stanovení rozsahu pro hledání záznamů. Pokud není nalezen řádek, podle zadaných kritérií je uživatel informován pomocí vyvolaného oznámení. Následující operací se vygenerují kompletní názvy strojů s jejich částmi, podle kterých budou vyhledávány záznamy poruch. Poté se spustí prohledávání datového zdroje podle zvolených kritérií. Postup procesu hledání záznamů je vizualizováno pomocí okna s grafickým ukazatelem. V popisku okna je uvedeno kolik procent je hotovo, doba běhu a pro jaký stroj/část je momentálně tvořen výpočet viz Obr. 15.



Obr. 15 Vizualizace postupu procesu

Po dokončení dojde k zobrazení listu s názvem „Tisk grafů“, kde jsou na stránce formátu A3 s hlavičkou společnosti zobrazeny čtyři sloupcové grafy znázorňující vždy deset nejproblémovějších zařízení na divizi. Grafy jsou tvořeny pro celkový počet poruch na zařízení, celkovou dobu reakce na poruchu, celkový prostoj na zařízení a celkovou práci technika při opravě viz

Obr. 16.



Obr. 16 Verze pro tisk na formát A3

V případě, že bylo zadáno generování přílohy ke grafům, dojde k dohledání záznamů jednotlivých částí zařízení/strojních celků, tyto jsou přenášeny do strukturované tabulky na list „Prvních 5...“ (viz Obr. 17), kde jsou záznamy propočítány a vloženy na jednotlivé řádky časy reakce, prostoje, nebo práce technika podle zvolené možnosti, tyto jsou následně barevně odlišeny žlutou barvou.

Ranní Odpolední Noční											
Výpis oprav maintenance za: WK41 (největší prostoje)											
Popis stroje:		Jméno technika:		Práce technika:				Prostoj výroby:			
Stroj	Detail stroje:	Maintenance:	Test technik:	Příchod:	Odchod:	Začátek:	Prostoj:	Konec:	Zpráva:		
1...	Nr. 12 F	Tomáš		1:26	8.10.2012	6:00	8.10.2012	1:24	8.10.2012	4h 36m	6:00 8.10.2012
1...	Nr. 12 F	Petr		14:30	8.10.2012	15:15	8.10.2012	14:30	8.10.2012	30m	15:00 8.10.2012
Výhořela tepelná ochrana motoru, motor vyluzuje skřípavé zvuky (Není ND)											
1...	Nr. 12 F										Výměna tepelné ochrany nestačila - vadný motor, převodovka
2...	Nr. 70 C	Tomáš		22:33	7.10.2012	23:40	7.10.2012	22:31	7.10.2012	1h 4m	23:35 7.10.2012
Chybně nastavená rychlost komunikace na int. šroubovku											
3...	Nr. 1 V	Petr		15:20	10.10.2012	15:45	10.10.2012	15:15	10.10.2012	25m	15:40 10.10.2012
Rameno na výstupu - výměna gumových dorazů, seřízení senzoru a separátoru											
3...	Nr. 1 V	Petr		15:45	10.10.2012	16:05	10.10.2012	15:45	10.10.2012	15m	16:00 10.10.2012
Výmění kusů u operátora - seřízení optického senzoru											
3...	Nr. 1 V	Michal		6:20	12.10.2012	6:25	12.10.2012	6:15	12.10.2012	10m	6:25 12.10.2012
Seřízení optického snímače											
4...	Nr. 5 R	Tomáš		1:55	8.10.2012	2:15	8.10.2012	1:53	8.10.2012	20m	2:13 8.10.2012
Ohnutá přísavka - výměna přísavky (Chyba operátora)											
4...	Nr. 5 R	Tomáš		3:04	8.10.2012	3:35	8.10.2012	3:02	8.10.2012	28m	3:30 8.10.2012
Výměna přísavky, úprava odfouknutí valve											
5...	Nr. 46 C	Jakub, Michal		8:00	9.10.2012	8:45	9.10.2012	8:00	9.10.2012	45m	8:45 9.10.2012
Seřízení											

Obr. 17 Výpis pěti strojů s největším počtem prostojů

6. Vyhodnocení

Během používání programu bylo zaznamenáno více než 3000 záznamů operativní údržby, z nichž je možné vyjádřit statisticky nejvíce poruchovou část zařízení v roce 2012. Výsledků je následně využito k naplňování údržeb strojů v průběhu plánovaných výrobních odstávek.

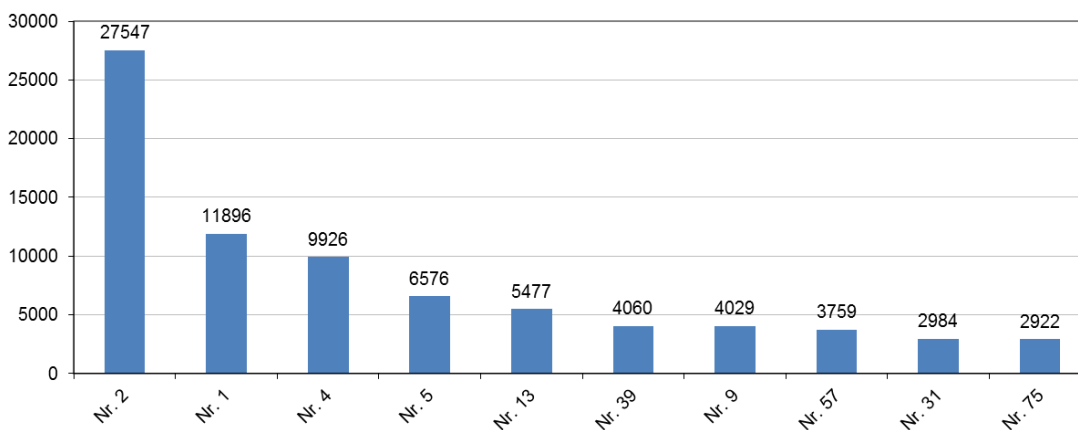
6.1 Strojní celky

Při hrubém generování byly přepočítány výsledky na celky linek bez rozlišování jejich částí.

V grafu na *Obr. 18* je vidět rozložení prvních deseti strojů pro největší prostoj na výrobním zařízení.

Celková doba nečinnosti stroje z důvodu poruchy byla za rok 2012 vyčíslena na 121305 minut. Na prvním místě se umístilo zařízení Nr. 2, na kterém bylo vykázáno 27547 minut prostoje. Z celkového počtu je na deseti strojích v grafu rozloženo 79176 minut.

Celkový prostoj na zařízení [min]: 121305, zobrazeno: 79176

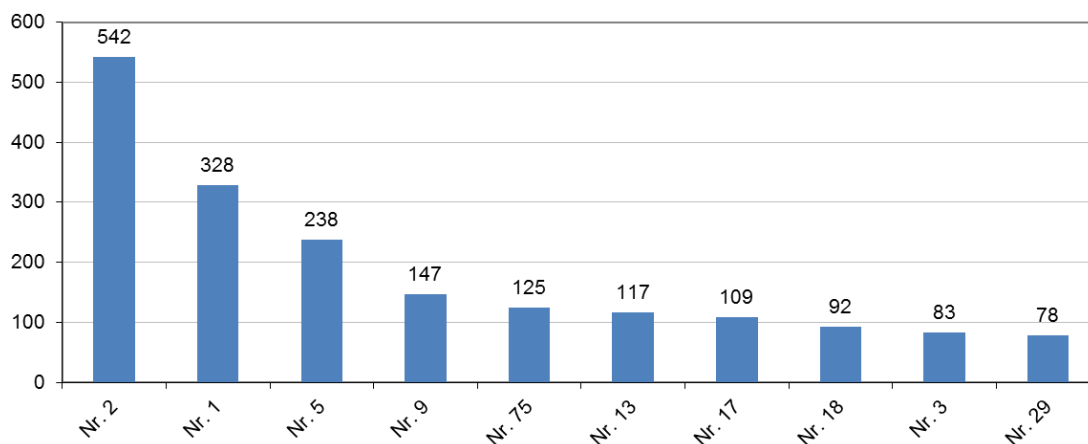


Obr. 18 Graf největších prostojů na zařízení (sestaveno podle linek)

Rozložení prvních deseti strojních celků vzhledem k četnosti poruchových stavů na výrobním zařízení je patrné z grafu na *Obr. 19*.

Počet evidovaných prostojů na strojních celcích byl za rok 2012 vyčíslen na 3163. Na prvním místě se umístilo zařízení Nr. 2, na kterém bylo vykázáno 542 prostojů. Z celkového počtu je na deseti strojích v grafu rozloženo 1859 prostojů.

Celkový počet poruch: 3163, zobrazeno: 1859

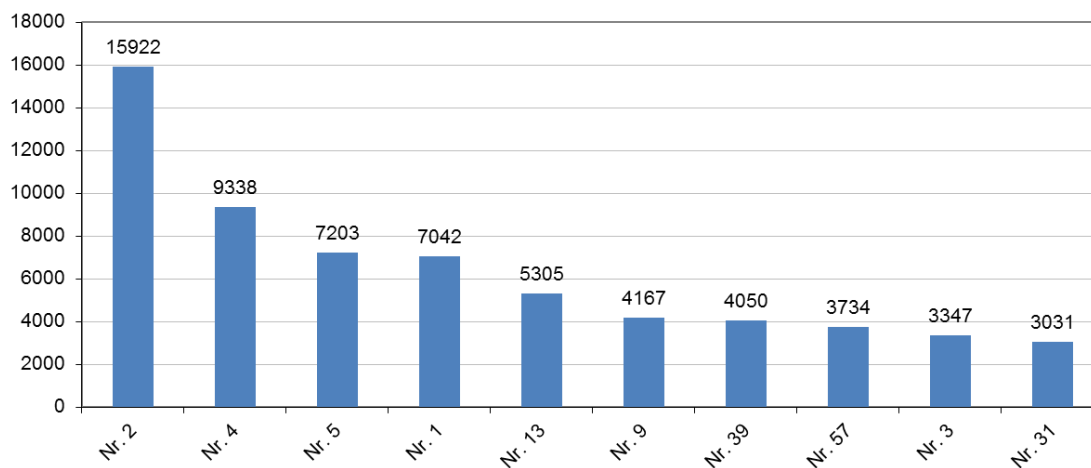


Obr. 19 Graf četnosti poruch (sestaveno podle linek)

Výčet deseti strojních celků podle celkové práce technika je patrné v grafu na Obr. 20.

Celkem technická podpora na opravách a seřizování při operativní údržbě strávila 103938 minut. Na prvním místě se umístilo zařízení Nr. 2, kterému bylo třeba věnovat 15922 minut práce. Z celkového počtu je na deseti strojích v grafu rozloženo 63139 minut.

Celková práce technika [min]: 103938, zobrazeno: 63139

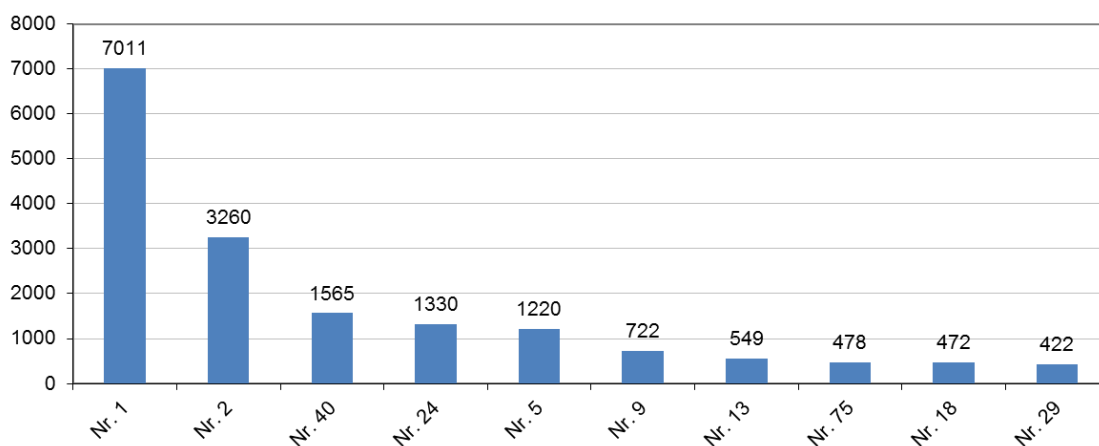


Obr. 20 Graf celkové práce technika (sestaveno podle linek)

Prvních deset strojních celků s nejdelší reakční dobou technické podpory jsou patrné z grafu na Obr. 21.

Celková reakční doba týmu technické podpory za rok 2012 na zařízeních při operativní údržbě byla vyčíslena na 24849 minut. Nejdelší reakční čas 7011 minut vykazuje zařízení Nr. 1. Z celkového počtu je na deseti strojích v grafu rozloženo 17029 minut.

Celková doba reakce [min]: 24849, zobrazeno: 17029



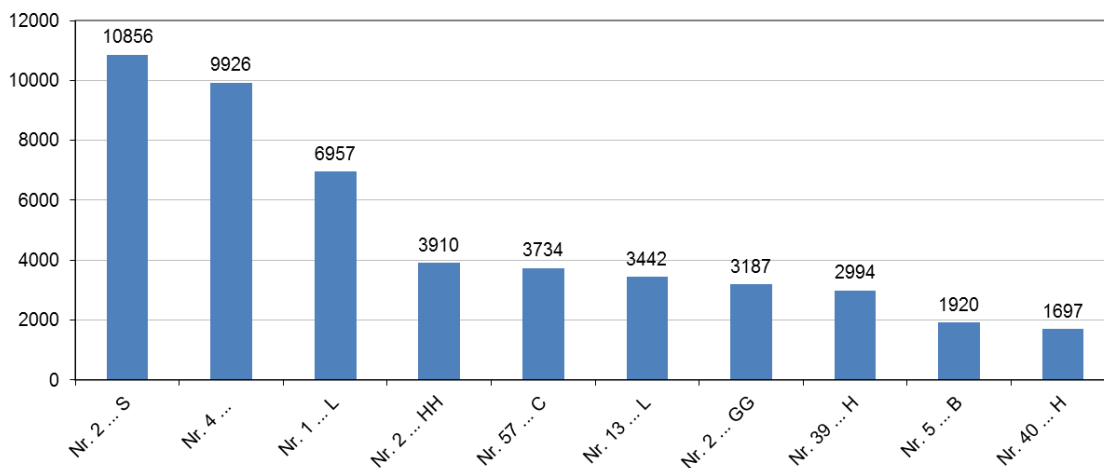
Obr. 21 Graf největších reakčních časů na zařízeních (sestaveno podle linek)

6.2 Části strojních celků

Z grafického výstupu programu generovaného pro největší prostoj na zařízení je v grafu na Obr. 22 patrné umístění prvních deseti zařízení.

Celková doba evidovaných prostojů na zařízeních byla za rok 2012 vyčíslena na 121305 minut. Na prvním místě se umístila část S na zařízení Nr. 2, na kterém bylo vykázáno 10856 minut prostoje. Z celkového počtu je na deseti strojích v grafu rozloženo 48623 minut.

Celkový prostoj na zařízení [min]: 121305, zobrazeno: 48623

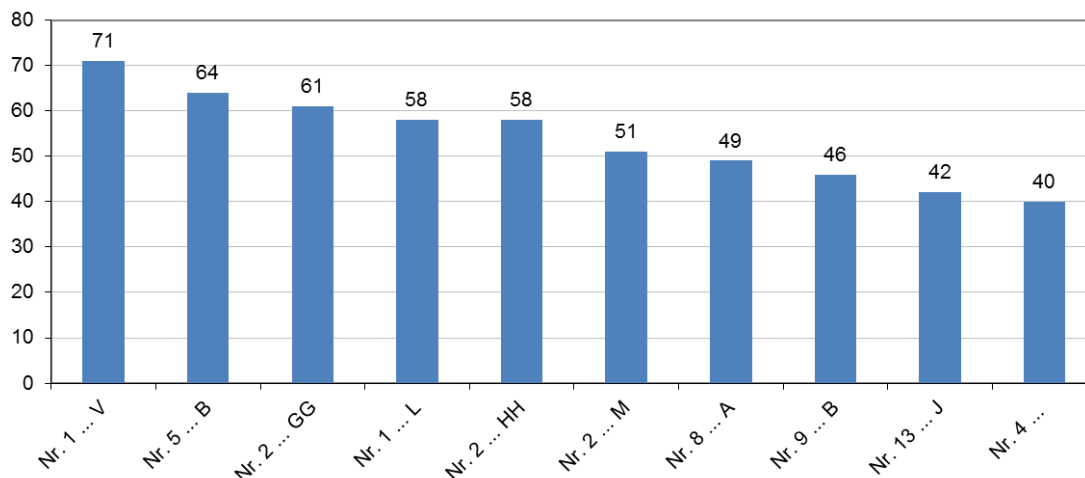


Obr. 22 Graf největších prostojů na zařízeních (sestaveno podle částí zařízení)

Z pohledu největšího počtu zásahů na zařízeních se na prvních deseti místech umístily stroje patrně z grafu na Obr. 23.

Počet evidovaných poruch na strojním vybavení se vyšplhal za rok 2012 na 3163. Na prvním místě se umístila část V na zařízení Nr. 1 s počtem 71 poruch. Z celkového počtu je na deseti strojích v grafu rozloženo 540 evidovaných zásahů.

Celkový počet poruch: 3163, zobrazeno: 540

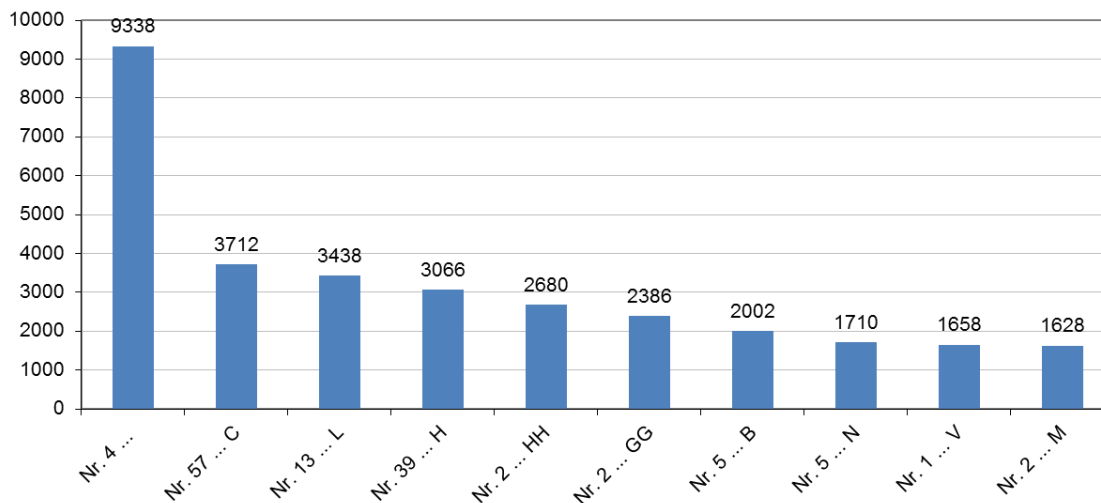


Obr. 23 Graf četnosti poruch (sestaveno podle částí zařízení)

Výsledků rozložení podle celkové práce technika je možné si povšimnout v grafu na Obr. 24.

Celkem technická podpora na zařízeních při operativní údržbě strávila 103938 minut. Na prvním místě se umístilo zařízení Nr. 4, kterému bylo třeba věnovat 9338 minut práce na opravách a seřizování. Z celkového počtu je na deseti strojích v grafu rozloženo 31618 minut.

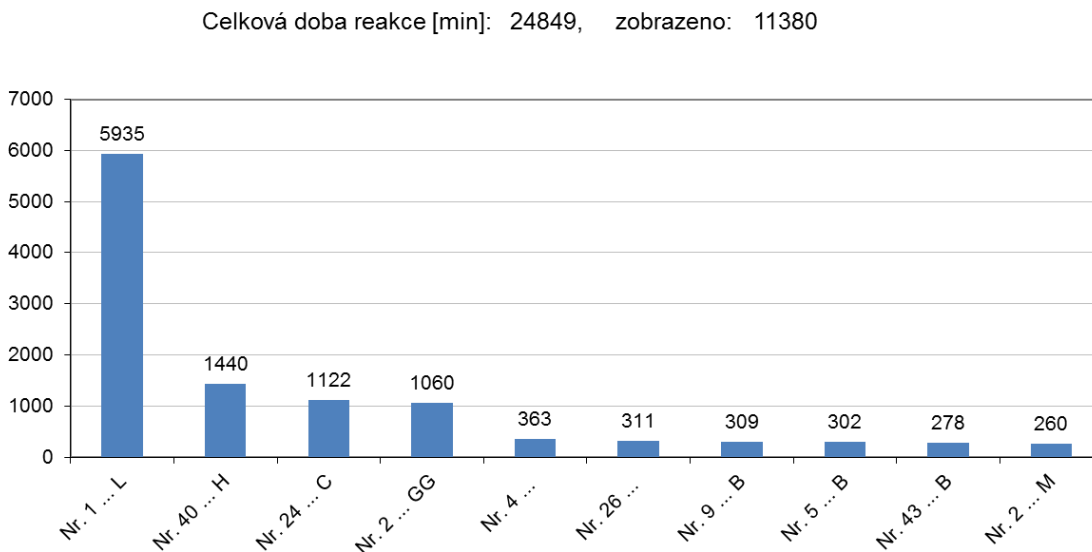
Celková práce technika [min]: 103938, zobrazeno: 31618



Obr. 24 Graf celkové doby práce technika (sestaveno podle částí zařízení)

Prvních deset zařízení s nejdelší reakční dobou technické podpory jsou patrné z grafu na Obr. 25.

Celková reakční doba týmu technické podpory za rok 2012 na zařízeních při operativní údržbě byla vyčíslena na 24849 minut. Nejdelší reakční čas 5935 minut vykazuje část L na zařízení Nr. 1. Z celkového počtu je na deseti strojích v grafu rozloženo 11380 minut.



Obr. 25 Graf největších reakčních časů na zařízeních (sestaveno podle částí zařízení)

6.3 Shrnutí

Na základě zpracovaných údajů vyplynulo, že ve sledovaném období je z pohledu strojních celků nejvíce opravovaným zařízením Nr. 2 s počtem zásahů 542, z tohoto počtu zásahů bylo týmy technické podpory evidováno na této lince 27547 minut prostoje. Nejvíce poruchová část této linky se jeví stanice GG s 64 evidovanými prostoji, které způsobily 3187 minut nečinnosti z důvodu poruchy. Z pohledu prostojů byla na této lince nejméně produktivní stanice S, na které bylo vykázáno 10856 minut prostoje v rámci 11 zásahů na tomto zařízení.

Vytíženost pracovníků údržby vzhledem ke zpracovaným údajům je největší opět na strojním celku Nr. 2 v rámci 15922 minut práce vykázané na opravách a seřizování. Podle členění na strojní části bylo nejvíce času technické podpory věnováno stroji Nr 4., a to 9338 minut práce.

Nejhorším reakčním časem disponovala část L linky Nr. 1, na které bylo vykázáno 5935 minut z celkového největšího reakčního času strojního celku Nr. 1 vykazujícího 7011 minut.

7. Závěr

Vytvořením unifikovaných hlášení o prostojích a standardizováním názvů strojů bylo dosaženo optima pro monitorování poruch na zařízeních v rámci divize a podařilo se snížit poruchovost zařízení nápravnými opatřeními vyplývající z výstupů tohoto programu.

Grafickými výstupy na týdenní bázi jsou prezentovány výsledky práce skupiny technické podpory při pravidelných setkáních zástupců managementu a výroby, což v mnoha směrech pozvedlo vnímání technické podpory jako týmu napomáhajícího ke zvýšení produktivity a provozuschopnosti strojního vybavení na divizi.

Vnímáním tohoto nástroje jako shromaždiště dat o opravách jsou prohlubovány schopnosti a znalosti jednotlivých členů týmu technické podpory a tak i jejich rychlost v rámci řešení závady, se kterou se zatím nesetkali.

Zavedením aplikace došlo ke zrušení evidence papírových hlášenek o prostojích a celkovému zkvalitnění třídění dat.

Pro sběr dat by bylo vhodnější využít databázového systému, jako je například MS Access, případně využít prostředí MSSQL (viz nastíněné řešení v Příloze A) a vytvořit aplikaci pro intranet společnosti. Velkou váhu v rozhodování o vývojovém prostředí měla doba, za kterou měl tento software vzniknout a možné důsledky způsobené začleněním programu mezi uživatele. Na základě rozhodnutí zadavatele bylo použito Visual Basic for Applications (VBA), které je součástí MS Excel, právě proto, že by nebylo nutné instalovat MS Access a nezpůsobit tak možný posun v nasazení aplikace do provozu. Dalším důvodem je problematické zavedení ze strany IT oddělení firmy (nutnost zdlouhavého schvalovacího procesu). Využití VBA nezatížilo firmu nákupem licence a MS Excel je nainstalován u každé pracovní stanice. V rámci uživatelské skupiny byl tento software zvolen také proto, že nebylo nutné vynaložit náklady za školení uživatelů na jiný software. Aplikace byla do provozu nasazena s cílem testovat funkčnost sběru dat na divizi.

Negativním faktorem působícím na přesnost výsledků je míra pečlivosti a odpovědnosti uživatelů při zadávání dat do datového zdroje, což je společný problém u všech systémů používajících jako sběrný prvek dat lidskou pracovní sílu.

Seznam použité literatury

- [1] WALKENBACH, John. *Microsoft Office Excel 2007: programování ve VBA*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008, 912 s. ISBN 978-80-251-2011-8.
- [2] WEBER, Monika a Melanie BREDEN. *Excel VBA: velká kniha řešení*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2007, 867 s. ISBN 978-80-251-1453-7.
- [3] KRÁL, Martin. *Excel VBA: výukový kurz*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 504 s. ISBN 978-80-251-2358-4.
- [4] KOŠTURIK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [5] ThroughPut Solutions: *Total Productive Maintenance (TPM)* [online]. 2013 last updated 2011 <<http://www.tpslean.com/leantools/tpm.htm>>
- [6] PRICE, Jason. *C#: programování databází*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 623 s. ISBN 80-247-0982-1.
- [7] MACDONALD, Matthew a Mario SZPUSZTA. *ASP.NET 3.5 a C# 2008: tvorba dynamických stránek profesionálně*. Vyd. 1. Brno: Zoner Press, 2008, 1584 s. ISBN 978-80-7413-008-3.
- [8] ŠIMŮNEK, Milan. *SQL: kompletní kapesní průvodce*. Vyd. 1. Praha: Grada, 1999, 247 s. ISBN 80-7169-692-7.

Seznam příloh

Příloha A Použití databáze

Příloha A

Použití databáze

Pro dané zadání by bylo vhodnější vytvoření SQL (Structured Query Language) databáze, ke které by se přistupovalo z intranetových stránek společnosti přihlášením pomocí osobních čísel. Díky tomuto rozhraní by bylo možné zavést formu elektronických žádank o provedení opravy na zařízení a zapojit tak do systému všechny členy výroby, kteří mají přístup k počítači připojenému do firemní sítě. Bylo by také možné rozčlenit uživatelské prostředí na základní pro zadavatele z řad výroby, rozšířené pro uživatele reagující na poruchy a správcovské pro administrátory databáze. Uživatelům z řad týmů technické podpory by se uživatelské rozhraní omezilo na převzetí poruchy a po jejím odstranění by bylo dokončení zápisu spojené pouze se zápisem o provedené údržbě. Časové údaje by se zaznamenávaly automaticky ze systémového času. Grafické výstupy systému by byly k dispozici přímo na intranetové síti a bylo by možné je prezentovat všem uživatelům s přístupem do vnitřní sítě společnosti.

SQL je standardní jazyk pro práci s relačními databázemi. Dotazovacím jazykem SQL je formulována informace databázi, s jakými daty se bude pracovat a databázový software pak zajistí přístup k těmto datům. Existují dvě hlavní skupiny příkazů: příkazy pro práci s daty – Data manipulation Language (DML) a příkazy pro definici dat – Data Definition Language (DDL). Příkazy DML umožňují načítat, přidávat, měnit a mazat řádky uložené v databázi. Pomocí příkazů DDL lze vytvářet databázové struktury, jako jsou tabulky a indexy [6].

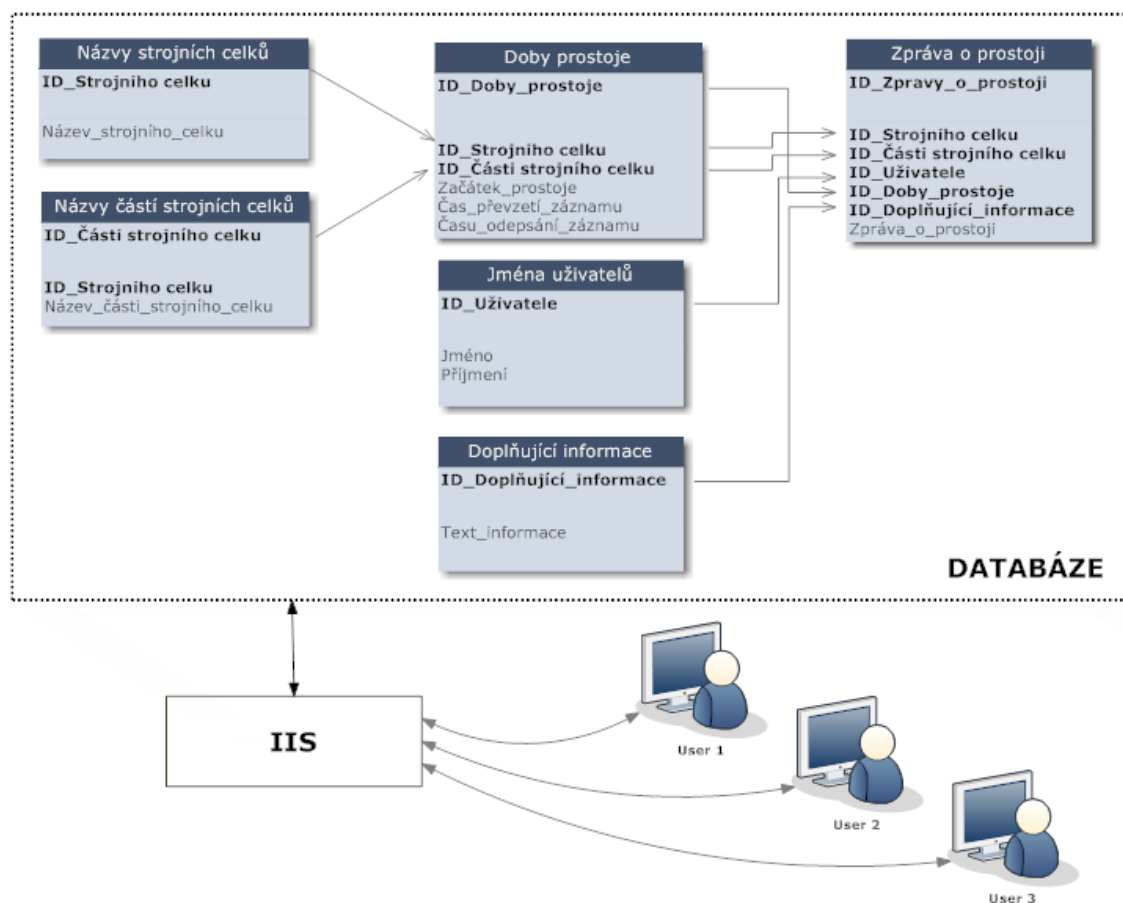
Koncepce relačního schématu

Uživatelské rozhraní je možno začlenit do webové aplikace běžící na serveru IIS (Internet Information Services).

ISS je ve své podstatě službou Windows, která má na starosti zpracování požadavků přicházejících na konkrétních portech. K tomuto účelu běží v systému služba nazvaná World Wide Web Publishing Services (Služba publikování na WWW). Tato služba má primárně na starosti obsluhu a zpracování požadavků přicházejících na různých portech TCP/IP – obvykle na portu 80 pro normální HTTP (Hypertext Transfer Protocol) a na portu 433 pro HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) [7].

V rámci databáze MSSQL by byla správa dat rozdělena do několika tabulek, které uchovávají a indexují evidovaná data, tím je zaručena integrita těchto dat (viz *Obr. 26*).

Pod integritou nebo konzistencí dat rozumíme fakt, že data věrně zobrazují reálný stav, který popisují [8].



Obr. 26 Relační schéma